

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

N° de publication:  
(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction).

**2.199.453**

N° d'enregistrement national

**72.17527**

A utiliser pour les paiements d annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

Ire PUBLICATION

- 22 Date de dépôt **12 mai 1972, à 9 h 5 mn.**
- 41 - Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — Listess n. 15 du **12-4-1974.**
- 51 Classification internationale (Int. CL) **A 61 b 6/00/IA 61 n 5/00.**
- 7i Deposant : BUSSEY Francis Paul, résidant en France.
- 73 Titulaire : /dem 71
- 74 Mandataire :
- 54 **Dispositif de refroidissement cutané pour la phototherapie et le photodiagnostic aux hauts  
at tri s hauts niveaux lumineux.**
- 72 Invention de : Francis **Paul Bussey.**
- 33 32 31 Priorité conventionnelle :

L'invention! in, erease! en! medeeine! ha.:laine,! la! photot! orate  
et! le! photo:iagnos'tic<sub>7</sub> utilisation! the\_apeat! goes! et! diagnosti.—  
ques! del la! luriL! re.

Lana! ces! doiaaines,! La! tendance! aetaelle! est! :i"ztiliser des  
niveaux! luratneux! tou! j! oars! plus! eleves! .! Cela! est! ;particulierement  
§ vrai! en! trans! ll! mination! par! exempts! une! des *branches* es:3entiel--  
leu! 3a! photodiagnost! .c,! oh! resolution! at! contrasts! abtenus! avec  
des! or! ;a<sup>P</sup> es! vollmineax! tels! 13! sein! sont! d'autant! neilleurs! Erie  
le! diametre! de! la! z8ne! illuminee! est! petit.

Or! pair! use! bonnel! perception! des! fsibles! corltrastes<sub>2</sub> it! est  
indispensable! q:ze! la! luminance! de! l'!image! diaphaaoscopiga.e! cor-  
respond! pour! l'!operatear<sub>a</sub> des! conditions! de! vision! photopiqua.  
Pour! reriaire **lie** diametre! de! la! z8ae! aa.tanee! i]~aaminee<sub>a</sub> gaelga.es  
millimetres, ce! La! conduit a appliTter! des **niveaaa** lum\_ineux! de  
l'ordre! de! 10<sub>a</sub> 100! millions! de! lux,! me"me! avec! un! s<sup>P</sup>ectre! reduit  
<sub>a</sub> la! bands! da! visible! la! moins! ahsorbee! par! les! tissms,! Mate  
l'!energie! lumineuse! non! trans;nise! il!i.! diffuses! est! d4gradCe! an  
chaleur.! L<sup>t</sup> 3chaaffement! des! t:tissus! est! d'autant! plus! grand! que! 2a  
pro.fondeu\_r! est! faible! et! suit! une! loi! aiponentielle! complexe! dont  
20 l'!axpression! mathematiaue! est! d'ailleurs! encore! imparfaitement  
definie.! Avee! les! techniques! actuelles! des! niveaux! aaperieurs! h.  
1! on! 2! millions! de! lax! ne! sont! pas! tolere! sax! la! pesn! plus **de**  
quelques! seconds! voire! fractions! de! seco\_ades.! Cette! limitation  
restreint! l'!afficacite! de! la! ihototherapie! et! oblige<sub>a</sub> wagmenter  
le diametre! eclairs! ea! photodiagnostic, d'aa perte! de! resolution.

La! concentration! essentiellement! superficielle! de! cet! effet  
thermique! perme! t! d'! envisagsr! an! refroidissement! Forcel! de! la! z8ne  
cutanee! ecla'.rees! d'a4tant! qu'une! absorption! importante! est! due  
a l'!irrigation! capillaire! sur! lacfaelle! le! froid! exerce! use! act! im  
3 vasoconstrict!ve! favorable<sub>a</sub> la! transmission! lumi.neuse.! Mais! lQ  
gain! en! dissipation! admissible! est! faible, 'a! moin.s! d'atilisier! an  
flaide! de! refroidissement! 'a! tres! basso! temperature,! ce nest  
pas! depairvu! de! risque! et! an! tons! cas! desagreable! pour! le! patient.

L'invention! propose! evite! ces! inconvenients! et! vise! h! permet  
3; tre! l'!application! locale! sar! la! peau,! durant! des! periodes! proton--  
gees,! de! .iiveaa;,.x! luiaineax! plasieurs! fois! saperieurs! a.! ceux! normar  
lement! tolere! .! Ella fait de! la! sorts! reaLiser! an! progres! conside-  
rable! tact<sub>a</sub> la! phototiierapie! qu'au! php:bodiagnostic.

Elle tire parti d'un certain nombre de reactions optiques et physiologiques des tissus cutanes:

- a) en presence d'une crepidissement cutane, le niveau Lumineux indefine ment tolere sur la peau est **beaucoup** plus **elevé** si ce
- 5 **excroissement**, **s'exerce sur une zone** de diametre plusieurs fois superieur **a** celui de la plaque illuminee, l'effet **est** d'autant plus marque que cette plaque est **petite**.
- b) **une compression** par une surface rigide transparente sur la zone illuminee provoque une **occlusion** partielle de la vascularisation **superficielle conduisant** a un gain de transparence complementaire de la vasoconstriction due au refroidissement. L'effet est **a** peine atténue si cette compression n'est localisee qu'a la limite exterieure de la zone refroidie, dans la mesure ou le diametre de cette zone refroidie reste de l'ordre de 20 a 30

c) **un massage de la plaque** illuminee et de sa peripherie favorise l'entrainement par **la** circulation sanguine de la chaleur **liberee** dans les zones dermiques profondes et hypodermiques adjacentes.

L'invention reside en une serie d'aménagements originaux d'un

20 **appareil** de phototherapie ou photodiagnostic classique et de **système** non coactif. Elle **s'applique** aussi bien dans les domaines du visible que dans les domaines adjacents du proche infra rouge ou ultra-violet. Ces dispositions sont **les** suivantes.

Les dimensions de la fenetre de sortie de la lumiere de cet

25 **eclairateur** sont choisies plusieurs fois superieures **a** celles de la " plaque eclairee (Manche unique, figures 1 et 2, reperes 1).

Le bord de cette fenetre est taille en saillie de plusieurs millimetres par rapport au corps de l'eclairateur, **et constitue** par une matiere dure permettant **la** compression des tissus (metal par

30 **exemple**) et forme localisateur (Fig. 1 et 2, reperes 2)

Une membrane, transparente dans le domaine spectral **utilisee**, ferme le localisateur (Fig. 1 et 2, reperes 3). Cette membrane a pour role de separer les tissus du milieu de refroidissement et de participer a leur compression tant en leur transmettant

35 le cas échéant au massage vibratoire. En consequence elle **est realisee en un materiau** mince et bon conducteur de la chaleur. De plus, tant en restant elastique elle doit presenter une certaine fermete pour pouvoir contribuer **a** la compression des tissus. Celle-ci est obtenue **indifferemment** par sa rigidite propre ou par une

40 **tension adequate**. De nombreuses matieres depuis les verres jusqu'

aux polyesters, polycarbonates et autres résines macromol. calaires peuvent convenir à la constitution de cette membrane.

5 On revêtement dichroïde sélectif formant filtre interférentiel peut être appliqué sur la membrane pour sélectionner la bande spectrale pénétrant dans les tissus.

La face de cette membrane interne à l'éclaireur est soumise à un refroidissement énergique par circulation d'un fluide liquide ou gazeux de température plus basse que celle de la peau et qui évacue à travers la membrane la chaleur libérée dans les tissus cutanés superficiels (fig. 1 et 2, repère 4)

L'association de ces 4 premiers moyens fenêtre de dimension excédant celle de la plage illuminée et dormant localisateur comp. essor des tissus, membrane échangeuse thermique et refroidissement force des tissus superficiels à travers cette membrane, 15 permet avec un refroidissement par de l'eau à 25° C seulement de supporter sur la peau des intensités lumineuses de l'ordre de 10 millions de lux, soit déjà quelque 5 à 10 fois supérieures à la limite tolérable sans ces dispositifs. Avec des températures du fluide de refroidissement plus basses on peut obtenir un gain plus élevé encore peut être réalisé.

Le fluide ayant refroidi les tissus à travers la membrane est avantageusement recupéré pour le refroidissement des autres organes de l'éclaireur. Les fig. 1 et 2, repères 5 donnent deux exemples d'une telle récupération. De plus dans le cas d'un liquide, 25 l'addition d'un colorant adéquat lui permet de jouer accessoirement le rôle de filtre sélecteur de la bande spectrale adéquate dans les tissus.

Mais le cas particulier d'un fluide gazeux, l'épiderme lui-même peut remplir l'office de membrane échangeuse (membrane virtuelle), surtout s'il s'agit d'un gaz peu onéreux et pouvant sans inconvénients s'échapper à l'atmosphère (air comprimé par exemple). Dans ce cas également, le refroidissement de ce fluide pourra être obtenu par détente immédiatement au voisinage de la membrane au de l'épiderme de ce gaz amène sous haute pression.

35 Les tissus eux-mêmes présentent une résistance thermique relativement élevée, de sorte que l'efficacité du refroidissement superficiel décroît plus vite avec la profondeur que l'écoulement du à la dégradation en chaleur de l'énergie lumineuse absorbée. Mais en abaissant la température du fluide de refroidissement 40 on va au voisinage de 0° C limite qu'il est dangereux de dégas-

ser de beatcozp, si l'intensite lumineuse continue a croitre, it vient un moment ou clans lee zones dermigaes profondes et hypoder- rigies adjacentes, l'elevation de temperature depasse le seull tolerable'.

5 Or dens ces zones of le froid n'exerce plus d'action verso-  
 ' constrictive et oiz la compression elle-mem.e en raison de l' elas-  
 ticitie des tissue n'a plus gzere d'effet, un massage vigoureux et  
 rapide favorise la circulation sanguine qui evacue une fraction  
 importante des calories liberees par l'absorption de la lumiere.  
 10 Il pe.et cionc d' elever encore les niveaux lumineux et d'appro-  
 Cher les 100 millions de lux. En phototherapie cela assure des  
 traitements plus efficaces, en photodiagnostic cela autorise des  
 diamatres illnmines plus petits, d' oa meilleure resolution sans  
 clue la luminance image sort abaissee.

15 Exerce sur la peripherie du localisateur, ce massage n'a gu'  
 une efficacite re<sup>q</sup>uite. Celle-ci n'est optimale qua si c'est la  
 zone illuminee et soa entourage imme at, \_ c 'est a dire en pratique  
 l'interieur du localisateur qui sont soum:is au massage.

Manuellement, cat eftet peat 'are obtenu par des mouvements  
 20 axiaux du localisateur. Ms-is la taible cadence realisable n'assu.4  
 ' re qu'une eff` cacite modeste'o' l'impression meca:nz,que au electro-  
 m.ecanique de mou.vements vibr-atoires.axiaux a l'ensemble du loca-  
 lisateur apporte une amelioration importante de l'efficacite,  
 macs presente l'inconvenient de transmettre des vibrations de  
 25 grande amplitude a la main de l' operateur ce qul a la longue ris-  
 que d'etre traumatisant. Oet inconvenient disparaît si lee vibra-  
 tions sort imprimees a la seule membrane et c'est pourquoi elle  
 dolt presenter une certaine elasticite.

Plutet que de recourir a un ebranlement mecanique de la  
 30 membrane, l'invention tire parti de l'observation suivante: be  
 debit du fluide de refroidissement exerce une pression, o'est a  
 dire une force, sur la membrane. En faisant varier ce debit, cet-  
 te force vane egaleme't. Opposee a l'elasticite de la membrane,  
 else se traduit done par-des deformations . variables de la membra-  
 35 ne. Par consequent en modulant periodiquement le debit du fluide  
 de -refroidissement, la membrane est be siege de vibrations perio-  
 diques synchrones qui assuren't be massage cutane rechereh . En  
 faisant varier la frequence it est possible selon lee tissue  
 traïtes on explores d' obteni\_r un regime d' ondes stationnaires au  
 40 **progressives, voire** de resonance, selon le bat recherche.

La! modulation! du! debit! 'de! fluide! refroidisseur! pent-! titre! obtenu.e  
par! exemp.L! par! variation! di! la! section! de! ses! conduits! U'arrivee  
au! .!evacuation.

La! membrane! en! se! bomoant! taatot! vers! 1 'interieur,! tan-tilt! vers  
5! 1 'exterieur! du! local.zsateur,! sous! l'inflnence! de! la! modulation,  
cons! titue! avec! le! fluide! de! refroldisseTuent! -an! dioptr! tant8v  
positii,! tant8t! negatif.! L'effet! est! d'autant! plus! pronosce! que  
1 'indice! de! refraction! du! fluide! est! plus **eleve**. I! est! sans! in—  
convenient! en! phototherap:ie.! En! Photodiagnostic! repercussions  
10! sur! contraste! et! resolution! sont! imperceptibles,! ces! parametres  
variant! peu! pour! des! variations! moderees! de! , <sup>t</sup> angle! de! vergence  
du! faisceau! lumineux.! Pour! eviter! par! contre! que! contraste! et  
resolution! ne! soient! degrades! par! des! variations! da! diametre-de  
la! plage! illuminee! lilies! aux! déplacements! de! la! membrane! dans! un.  
15! faisceau! lumineux! conique,! it! est! prevu! que! pour! le! photodiagnos-  
tic,. 1 'optigae! de! 1 'eclaireur! forme! 1 'image <sup>de</sup> la! saurce.lumineu-  
se! dans! le! plan! de! la.membrane-au! repos! (fig.! I<sub>t</sub> faisceau! divergent)  
au a 1 'infini! (fig.! 2,! faisceau! parall'ele).! De! cette! maniere! la  
membrane! ne! se! deplace! que! dans! une! zone! cylindrique! au! quasi! cy  
20! lindri! que! el! du! fail! s! cle au lumineux.

Les! systemes! optiques! schematises! en! fig.! 1! et! 2! sont! exte--  
rieurs a l'invention! et! donne! simplement a titre! d'exemple.  
Toates! autres! combinaisons! optiques! conduisant! aux! m<sup>es</sup> resultats  
sont! utilisables;! en! particulier! les! dispositifs a emission! sti  
25! meele! dits! "lasers"! pourront! presenter! un! vif! interet! le! -jour ou  
ils! seront! realisables a des! puissancel elevees! sous! un! faible  
encombrement..

.nx! niveau.x! moyens! de! l'ordre! de! 10! :illions! de! lux,! it! petit  
8tre! renonce! an! vibro-massage! decrit! plus! haut.! La! caracteristi  
30! que! de! soupless! de! la! feneetre! membrane! echangeuse! thermique! eat  
alors! super:!! lue! et! il! peut! y! stre! renonce.! La! membrane! dans! ce  
cas! particulier! pourrait! sans! inconvenient! titre! constituee! d'une  
mat.ierel rigide,! pourvu! ga'elle! possede! les! nitres! qualites! requises  
a savoir! transparence! dans! le! domaine! spectral! utile! et! bonne  
35 conductivitel thermigie.

Les! tres! hauts! nivesux! lumineux! autorises! pas! 1 'invention  
ouvrent! de! nouveaux! horizons! aussi! bien! en! ph±otherapie! qu'.en  
photodiagnostic.! En! phototherapie! en! particulier,! des! travacax! en—  
core! en! tours! semblent! dem.ontre! une! action! favorable! stir! certai-  
40! nes! mycoses! ainsil que! sur! quelques! types! de! tumeurs! des! tegu.ients,

alors que des niveaux de l'ordre du millions de lux generalement bien tolerees sans refroidissement. cutane, auraient une influence plutot defavo:mble sur les memes affections,

En photodiagnostic, et plus particulierement en diaphan.osco  
5 pie par.-.transillumination, les tres hauls niveaux lumineux auto-  
rises par l'invention -font faire un progres considerable a ces  
disciplines en permettant de reduire de 10 a 100 fois la surface  
de la plage illuminee tout en conservant la meme lumin-ice de  
l'image diaphanoscopique. Il en resulte un important gain en .  
10 resolution, c'est a dire que des structures opaques de plus peti-  
te dimension peuvent etre decelees a un niveau donne d'un organ  
dune epaisseur donn.ee.. Au prix d'une reduction un peu moindre  
de la surface.illuminee, c'est la luminance de l'image diaphano-  
scopi.gue qui realise un gain-en luminance, facilitant l'introduc  
15 ti.on de la diaphanoscopie dans les methodes diagnostiques de rou-  
tine.

REVENDICATIONS

- 1) la presente invention se rapporte **a** un perfectionnement des  
eclaireurs de phototherapie et de photodiagnostic classiques par  
l'adjonction d'un dispositif de refroidissement cutane permettant  
5 de . supporter aar la peace des niveaux lumineux tres eleves. Elle  
revendique la . protection de ses caracteristiques techniques prin--  
cipales, **a** savoir:
- a) dimensions de la fen&tre de l'eclaireur debordant largement  
celles de la plage illuminee
  - 10 b) rebord en saillie de plusieurs . millimetres , realise en matiere  
dure, 7i.mitant la peripherie de la fen&tre de l'eclaireur et for--  
mant localisateur.
  - c) membrane mince, transparente. dans. le domain spectral. utile,  
bonneconductrice de la chaleur, .ferme avec eventuellement une  
15 certaine souplesse.ou.elasticite, obturant is localisateur et  
permettant avec lui la compression des tissus
  - d).refroidissement de la face de la membrane interieure a.l'eclai--  
reur par circulation d'un fluide de temperature inf.erieure. **a** 37.00.
  - 2) ..l'invention revendique d' autre part\_ la protection de. ses -  
20 teristiques secondaires optionnelles qui.dArn.divers cas partica--  
liers valorisent ses caracteristiques principales, .soit:
  - e) possibilite de recu.perer. he fluide ayant semi au..refroidisse--  
ment. de la membrane eta travers ells .les..tissus cutanes, pour  
assurer celui des..autres organes de l'e.claireur
  - 25 f) possibilite d'adjoindre an colorant au flgtide refroidisseur  
clans he cas d'un liquide, pour lui faire jouer he r&le d'un fil--  
tre optique selecteur de bands
  - g.) possibilite de déposer une couche di.chroide formant filtre in--  
terferentiel selecteur de bande stir la membrane
  - 30 h) possibilite de faire jouer **a** l'epiderme lui-m&me.le Ale de  
membrane échangeuse dans le cas d'un fluide de refroidissement  
gazeux.p.ouvant sans inconvenient s'echapper **a** l'atmosphere
  - i) possibilite avec une refr.oidissement. par fluids gazeux A<sup>1</sup>en  
obtenir -le refroidissement par detente **a** pro\_d.mite immediate de  
35 la membrane

l'invention revendigae en outre la possibilite qu'elle offre  
de reculer plus loin en-core les limites de la tolerance cutanee  
aux forts niveaux lumineux en associant Un vibro.massage au simple  
refroidissement cutane, et ce par les moyens suivants:



j) attribution d'une certaine élasticité la membrane.

k) transmission d'un vibrassage aux tissus par deformations  
periodiques de la membrane. \_

l) obtention de ces deformations par modulation du debit de fluide  
5 de refroidisseur \_

m) réglage optique du faisceau lumineux de maniere    pallier les  
inconvenients que pourraient avoir les deformations et deplacements  
de la membrane, ce réglage consistant soit en une localisation  
de l'image de la source lumineuse dense. le plan de la membra-  
10 ne au repos - soit en la realisation d'un faisceau lumineux paral-  
lele de diametre adequate

4) l'invention revendique egalement protection des applications  
nouvelles qu' autorisent les hauts niveaux lumineux . qu' elle rend  
applicables, soit en phototherapie is traitement de diverses  
15 dermatoses ou tumeurs cutanees., en photodiagnostic., la diaphanos-  
copie par transillumination.    haute resolution d'organes epais  
tel le sein, par application de niveaux lumineux tres eleves,  
entre 2 et 100 millions de lux, avec des diametres eclaires reduits  
de l'ordre de quelques centimetres, jusqu'au voisinage du  
20 metre pour les niveaux les plus eleves

Figure 1

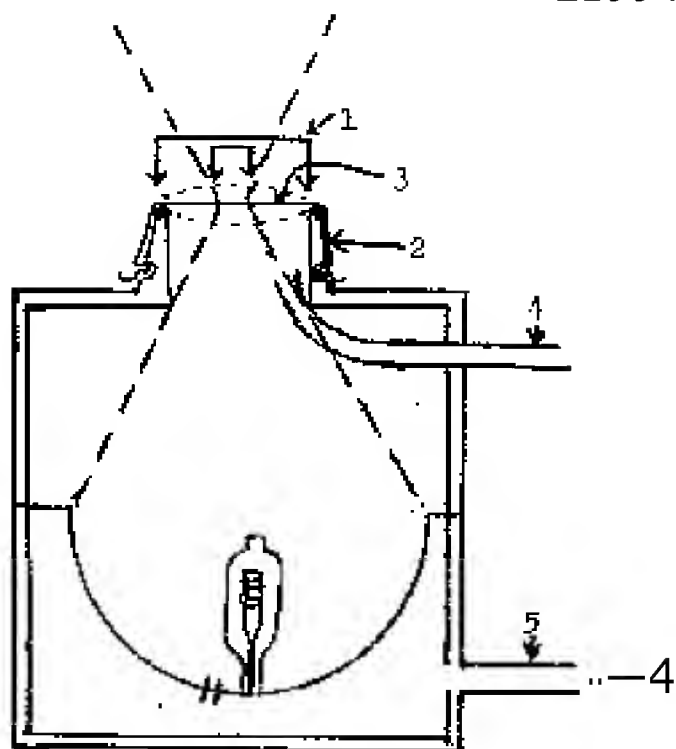


Figure 2

